

双斑切叶蜂的筑巢习性

蒙艳华, 徐环李*

(中国农业大学昆虫学系, 北京 100193)

摘要:【目的】明确双斑切叶蜂 *Megachile leachella* 在沙地上的筑巢环境及筑巢特点, 旨在当地利用人工巢管诱引其筑巢。【方法】采用目测和拍照等方法对双斑切叶蜂的整个筑巢过程进行了连续观察; 采用挖掘、测量方法对双斑切叶蜂巢内结构进行了观测; 在室内对蜂茧在土中和指形管中的羽化情况进行了初步观测。【结果】双斑切叶蜂一般在废弃的泥墙或者沙地上蚂蚁等废弃的巢穴中筑巢, 有时候它也在沙地上挖掘新巢筑巢。双斑切叶蜂用叶片构建巢室, 一巢多室, 各巢室首尾相接排列在巢中, 筑完巢后用叶片将巢口封住。双斑切叶蜂构建一个巢室需要切取 11~14 片叶子, 为每巢室采集蜂粮 6~9 次, 每巢室内产卵 1 粒; 在内蒙古毛乌素沙地, 该蜂一年 2 代, 第 1 代在 6 月中下旬羽化, 第 2 代大约在 7 月下旬至 8 月上旬羽化, 主要寄生性天敌有尖腹蜂 *Coelioxys* sp.、青蜂 *Chrysis* sp.。双斑切叶蜂能在指形管中羽化。【结论】双斑切叶蜂不同个体之间的筑巢行为相似, 雌蜂可以用人工巢管进行诱集和驯化。

关键词: 双斑切叶蜂; 筑巢; 传粉; 生活史; 寄生蜂

中图分类号: Q968.1 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2008)11-1170-07

Nesting behavior of *Megachile leachella* (Hymenoptera: Megachilidae)

MENG Yan-Hua, XU Huan-Li* (Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: 【Aim】For the purpose of trapping domestic leaf-cutting bee *Megachile leachella* nesting in man-made tubes, it is necessary to know the nesting habits and nesting traits of *M. leachella*. 【Methods】The whole nesting process of *M. leachella* was observed by visual observation and photographing; the inside nest structure of *M. leachella* was observed by digging and measuring; bee cocoons were buried in the soil and finger tubes for emergence in the laboratory. 【Results】*M. leachella* usually nests in soil walls and abandoned ant holes; sometimes it digs new holes to nest in the sandland. It cuts the leaf to build nest cells. There are several cells in one nest, which are lined one by one, and the entrance of nest is covered by leaves. Eleven to fourteen pieces of leaves are needed for constructing one cell. The bee executes 6–9 pollen and nectar trips for each cell. A single egg is laid on the surface of the provision. In Mu Us sandland, Inner Mongolica, *M. leachella* has two generations one year: the first generation emerges in the middle to late June, while the second generation emerges in late July to early August. *Coelioxys* sp. and *Chrysis* sp. are the main parasitoids of *M. leachella*. The cocoons of *M. leachella* can emerge from finger tubes in the laboratory. 【Conclusions】Nesting behavior of different individuals of *M. leachella* was similar. Females of *M. leachella* could be trapped and domesticated in man-made tubes.

Key words: *Megachile leachella*; nesting; pollination; life history; parasitoid wasps

大多数野生蜜蜂在地下筑巢, 雌蜂挖掘地下隧道并在隧道末端形成扩大的巢室, 巢房用来贮藏花粉和花蜜。挖掘式地下筑巢是地蜂科 (*Andrenidae*)、隧蜂科 (*Halictidae*)、栉距蜂科 (*Ctenoplectidae*) 和准蜂

科 (*Melittidae*) 类野生蜂的共同特性。大多数分舌蜂科 (*Colletidae*) 和条蜂亚科 (*Anthophorinae*) 的雌蜂也在地下筑巢。而在地上筑巢的蜂类主要是切叶蜂科 (*Megachilidae*)、蜜蜂科 (*Apidae*)、叶舌蜂亚科

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30470255)

作者简介: 蒙艳华, 女, 1982 年生, 壮族, 广西来宾人, 硕士, 主要从事传粉昆虫学研究, E-mail: 01mengmeng@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: hanabati@cau.edu.cn

收稿日期 Received: 2008-06-18; 接收日期 Accepted: 2008-10-03

(Hylaeinae) 和木蜂亚科 (Xylocopinae) (Malyshev, 1935; Cane, 1991)。野生蜂类大多为独栖性。独栖性蜂对栖息环境的要求包括适合的筑巢地点、蜜源植物和筑巢所需的材料。因此,为了长久地保持野生蜂种类的多样性和它们作为传粉昆虫的生态学功能,在野生蜂分布范围内保护和重建它们的栖息环境是很有必要的 (Gathmann and Tschamtkke, 2002)。研究野生传粉昆虫的栖息环境在保护生物学上具有重要意义。

在切叶蜂的生物学特性中,最重要的是筑巢地点和筑巢习性的多样性。它们不仅在土中营巢,而且在废弃的虫洞、石缝中、植物茎杆中、木材孔洞中营巢。筑巢材料用植物叶片、花瓣或粘土、小砂石等。一般认为,在土中营非直线性巢房的切叶蜂为祖先型,而利用既存的空间营巢的切叶蜂类是经过反复进化过来的 (Eickwort *et al.*, 1981)。研究切叶蜂的筑巢习性,对于阐明切叶蜂属的营巢进化过程具有深远的理论意义。

双斑切叶蜂 *Megachile leachella* Curtis 隶属切叶蜂科切叶蜂属 *Megachile*, 隐脊切叶蜂亚属 *Eutricharaea*。它广泛分布于欧洲,我国新疆、北京、河北和吉林等地区,是北方地区紫花苜蓿 *Medicago sativa*、黄花草木樨 *Melilotus officinalis* Desr.、蒙古岩黄芪 *Hedysarum mongolicum* 等牧草的重要野生授粉蜂 (徐环李和吴燕如, 1993)。长期以来,双斑切叶蜂被欧洲学者误订为 *Magachile argentata* Fabricius (Romasenko and Banaszak, 2002), 吴燕如 (2006) 也将此蜂定名为 *M. argentata*。

我国切叶蜂种类丰富,切叶蜂属种类达 110 种 (吴燕如, 2006), 而关于切叶蜂的筑巢习性知之甚少 (陈君和程惠珍, 1995; 杨桂华等, 2003; 蒙艳华等, 2007)。在鄂尔多斯毛乌素沙地,双斑切叶蜂是当地固沙植物及优良牧草塔落岩黄芪 *Hedysarum laeve* 的重要野生授粉蜂之一 (蒙艳华等, 2007)。本文对当地的双斑切叶蜂的筑巢习性等生物学特性进行了研究,旨在明确双斑切叶蜂在沙地上的筑巢环境及筑巢特点,为在当地利用人工巢管诱引其筑巢以扩大其种群提供基本依据。

1 材料与方法

1.1 研究地点

研究地点位于内蒙古鄂尔多斯南部的毛乌素沙地 (39°30'N, 110°11'E), 海拔 1 ~ 355 m, 年均温 7.5 ~

9.0℃, 年降雨量 260 ~ 450 mm, 降雨多集中在 7 ~ 9 月份, 占全年的 60% ~ 70% 以上 (张新时, 1994)。观测地点均在位于该地的中国科学院植物研究所沙地草地生态定位站附近。

1.2 观测方法

1.2.1 蜜源植物及访花行为的观测: 蜜源植物开花时, 观测双斑切叶蜂访问蜜源植物的种类, 并记录其在相应蜜源植物上的访花过程等访花行为。

1.2.2 筑巢习性的观测: 采取目测及拍照进行观测, 分别记录雌性双斑切叶蜂筑巢各个阶段的具体行为, 具体如下: (1) 筑巢环境的观测: 记录双斑切叶蜂筑巢地点的特征及巢周围的环境; (2) 切取叶片的方式; (3) 构建每个巢室所需叶片数目及每次外出切取叶片的时间和携叶回巢中滞留的时间; (4) 为每个巢室采集蜂粮的次数及每次外出采集蜂粮的时间及携蜂粮回巢中滞留的时间; (5) 待双斑切叶蜂筑好巢后, 测量巢口直径; 从巢的侧面将巢轻轻挖掘, 然后观测记录。

1.2.3 羽化情况的观测: (1) 将双斑切叶蜂蜂茧直接埋在采集回室内的泥土中, 埋的深度约为 6 ~ 10 cm; (2) 将蜂茧放在长约 6 cm, 内径约 1.5 cm 的指形管, 用叶片封住管口。观测在这两种处理下, 蜂茧是否都能顺利羽化, 并记录其羽化时间。

1.3 观测指标定义和数据统计方法

各观察指标的定义如下: 切叶时间 (样本数为 81) 指双斑切叶蜂从巢口飞出到它携叶进入巢口所需的时间; 携叶回巢滞留时间 (样本数为 82) 指双斑切叶蜂携叶进巢到它再出巢所需的时间; 采集粉蜜时间 (样本数为 69) 指双斑切叶蜂从出巢到携粉蜜进入巢口所需时间; 携粉蜜回巢滞留时间 (样本数为 78) 指双斑切叶蜂携粉蜜进入巢口到再出巢口所需时间。

采用 SPSS 11.5 One-way ANOVA 对 4 头雌蜂观测数据进行数据统计分析, 分析所观察指标的分布情况。

2 结果

2.1 蜜源植物及访花行为

在当地, 双斑切叶蜂活动时间为 6 月中下旬至 9 月上旬, 活动时间与其蜜源植物的花期吻合。双斑切叶蜂的蜜源植物非常广泛, 有豆科紫穗槐 *Amorpha fruticosa* L., 黄花草木樨, 塔落岩黄芪等, 还有唇形科的香青兰 *Dracocephalum moldavica* L. 等。

紫穗槐和黄花草木樨于 6 月中旬左右开花,为双斑切叶蜂的第 1 代提供蜜源植物。第 2 代主要以塔落岩黄芪和香青兰为蜜源植物,这两种蜜源植物花期均为 7 月中旬至 9 月上旬。

双斑切叶蜂在采集豆科蜜源植物时,一般从正面飞到花上采集粉蜜,而在采集花型较大的唇形科蜜源植物香青兰的花时,由于香青兰的雌雄蕊位于上唇(花的上部),双斑切叶蜂钻进花管时,首先钻进花基部吸取花蜜,然后将身体倒过来,腹部对着雄蕊,将花粉摩擦到其腹毛刷上。

2.2 筑巢环境、巢的特点及筑巢过程

在当地,双斑切叶蜂选择在地里和废弃的泥墙上筑巢(图版 I: A)。在地里筑巢时,有时候自己挖巢,有时候利用别的动物废弃的巢洞,如蚂蚁洞(图版 I: J)等筑巢。在泥墙上,一般是利用已有的洞穴(图版 I: B, C)筑巢,筑巢前先清理巢洞。各巢室在巢道里首尾相接,随着巢道的弯曲走(图版 I: K, L)。如果巢洞有分支,则它在分支的巢洞里也筑巢。有时候,第一个巢室位于巢洞的底部,有时候第一个巢室距离巢底有一定的距离。最后一个巢室的巢盖一般离巢口 4~10 cm 不等,巢口一般由 3~5 片粘在一起的叶片封住(图版 I: I),有时候巢口往里还有 5~6 片互不相连的近圆形叶片横在巢道中。巢口直径一般 5.5~8.0 mm。

筑巢前,双斑切叶蜂首先寻找合适的筑巢地点。在地面上寻找新的筑巢地点时,它首先绕着某一空地(一般靠路边)来回飞,然后停下在某一点挖巢。筑巢地点一般位于离其构建巢室所用叶片的植物紫穗槐、灰绿藜 *Chenopodium glaucum* 等附近,一般在 2~100 m 之内。筑巢地点一般在蜜源植物附近。在泥墙上筑巢时,它选择的巢洞的巢口一般比较隐蔽,然后清理巢洞,将里面的小泥块等衔出巢外,在离巢口 7~30 cm 处扔掉。将巢洞清理完毕后,它开始切取巢口附近(最近为 2~5 m)的紫穗槐(图版 I: D)或者灰绿藜(图版 I: E)的叶片。双斑切叶蜂切取叶片的速度非常快,当寻找好合适的叶片后,利用 5~10 s 逆时针方向切取叶片,然后将切取好的叶片夹在腹部下,飞到附近的平地或者枝条上(图版 I: F),将叶片进一步握紧,以便顺利携带叶片进入巢中(图版 I: G)。每个巢室约需要 11~14 片叶片,当构建好巢室底和巢室壁后,飞出巢外采集蜂粮带回巢中(图版 I: H),它为每个巢室采集蜂粮的次数为 6~9 次,蜂粮体积约占巢室内部体积的 1/2~2/3。当采集好蜂粮后,它产 1 粒卵在蜂粮上,采集 2

~3 片圆形叶片封住巢室(该巢室的巢盖为下一个巢室的巢底),继续筑下一个巢室。每个巢室长 11 mm 左右。

2.3 筑巢过程观察指标分析

2.3.1 切叶时间: 从 7~1 002 s 不等,平均 197.2 ± 213.63 s, 65% 的情况下其切叶时间在 40~220 s 之间(图 1: A)。4 只蜂之间, $P = 0.183 > 0.05$, 没有显著差异; 4 只蜂两两比较, $P = 0.112 > 0.05$, $P = 0.076 > 0.05$, $P = 0.654 > 0.05$, $P = 0.874 > 0.05$, $P = 0.203 > 0.05$, $P = 0.152 > 0.05$, 均没有显著的差异。

2.3.2 携叶回巢中滞留时间: 从 11~363 s 不等,平均 101 ± 91.92 s, 61% 的情况下其切叶时间在 25~125 s 之间(图 1: B)。4 只蜂之间, $P = 0.536 > 0.05$, 没有显著差异; 4 只蜂两两比较, $P = 0.220 > 0.05$, $P = 0.392 > 0.05$, $P = 0.945 > 0.05$, $P = 0.524 > 0.05$, $P = 0.233 > 0.05$, $P = 0.418 > 0.05$, 均没有显著的差异。

2.3.3 采集粉蜜时间: 从 165~2 263 s 不等,平均 848.9 ± 511.84 s, 71% 的情况下其切叶时间在 250~1 050 s 之间(图 1: C)。4 只蜂之间, $P = 0.430 > 0.05$, 没有显著差异; 4 只蜂两两比较, $P = 0.170 > 0.05$, $P = 0.435 > 0.05$, $P = 0.736 > 0.05$, $P = 0.350 > 0.05$, $P = 0.741 > 0.05$, $P = 0.267 > 0.05$, 均没有显著的差异。

2.3.4 携粉蜜回巢中滞留时间: 从 43~292 s 不等,平均 99.6 ± 43.62 s, 71% 的情况下其切叶时间在 40~220 s 之间(图 1: D)。4 只蜂之间, $P = 0.681 > 0.05$, 没有显著差异; 4 只蜂两两比较, $P = 0.538 > 0.05$, $P = 0.450 > 0.05$, $P = 0.230 > 0.05$, $P = 0.934 > 0.05$, $P = 0.542 > 0.05$, $P = 0.566 > 0.05$, 均没有显著的差异。

方差分析表明双斑切叶蜂不同个体之间的切叶时间及携叶回巢中滞留的时间和采集粉蜜时间及携粉蜜回巢中滞留的时间均没有显著的差异。

以上分析结果显示,双斑切叶蜂不同个体之间,其构建巢室及采集蜂粮的行为均表现出一定的相似性。

2.4 发生世代及天敌

双斑切叶蜂在当地一年 2 代,第 1 代于在 6 月中下旬羽化,与其蜜源植物黄花苜蓿、紫穗槐的花期吻合;第 2 代大约在 7 月下旬至 8 月上旬羽化,主要以塔落岩黄芪和香青兰为蜜源。

双斑切叶蜂在筑巢过程中,其天敌尖腹蜂

Coelioxys sp. 和青蜂 *Chrysis* sp. 会不时地进出其巢洞,在双斑切叶蜂封住巢室之前,寻找合适的机会产卵。

将 24 个双斑切叶蜂的茧分别埋在 6~10 cm 深的土中(21 个蜂茧)和类似巢道的指形管中(3 个蜂

茧),指形管和人工模仿的巢洞均用叶片封口。最后,这 24 个茧共羽化出了 10 个雌,2 个雄的双斑切叶蜂,其中在指型管中的 3 个蜂茧全部羽化出(1 雄,2 雌),在土中的蜂茧共羽化出 9 只(1 雄,8 雌)。由于样本数较少,在此不做进一步分析。

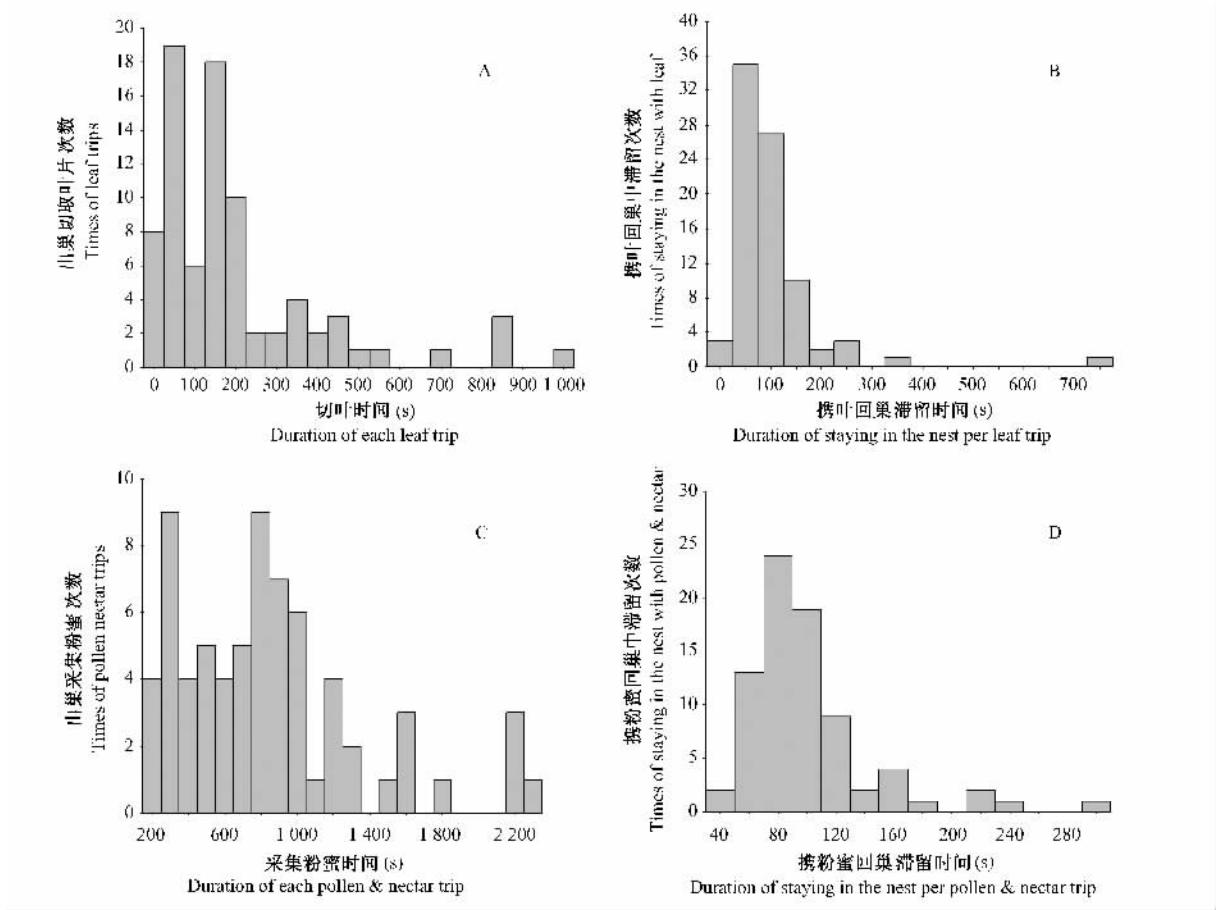


图 1 双斑切叶蜂的切叶时间(A)、携叶回巢中滞留时间(B)、采集粉蜜时间(C)及携粉蜜回巢滞留时间(D)
Fig. 1 Duration of each leaf-cutting trip (A), staying in the nest per leaf trip (B), each pollen and nectar trip (C) and staying in the nest per pollen and nectar trip (D) of *Megachile leachella*

3 讨论

在鄂尔多斯毛乌素沙地,双斑切叶蜂一年 2 代,而在吉林公主岭地区,同一亚属的北方切叶蜂 *Megachile manchuriana* 一年 1~2 代(杨桂华等, 2002),这可能是由于同种昆虫每年发生代数的多少随分布地的有效发育总积温或者海拔高度不同而异,通常是随着纬度的降低而增加,随着海拔的增高而减少。吉林公主岭地区虽然纬度比鄂尔多斯毛乌素沙地高,但由于其海拔(大约 200 m)比后者(约 1 300 m)低,因此双斑切叶蜂发生的代数也就类似。

双斑切叶蜂、北方切叶蜂以及苜蓿切叶蜂同属隐脊切叶蜂亚属。在研究当地,双斑切叶蜂喜欢在

废弃的泥墙上筑巢,在地面上也在蚂蚁废弃巢穴中筑巢。这可能是由于在沙地中筑巢,巢洞易于塌陷等而迫使双斑切叶蜂在泥墙上寻找洞穴筑巢。而在泥土丰富的吉林公主岭地区,北方切叶蜂一般选择在蜜源植物附近、有明显标记,并且比较开阔和裸露、潮湿、硬度适中的地方筑巢,也利用地面的蚂蚁及蚯蚓等的废弃洞穴筑巢(杨桂华等,2002)。而苜蓿切叶蜂 *M.* (*Eutricharaea*) *rotundata*、*M.* (*Eutricharaea*) *variscopa* 喜欢在人工提供的巢管内营巢(Krombein, 1969)。同一亚属中日本特有种 *M.* (*Eutricharaea*) *subalbata* 同样能在人工巢管内营巢(Maeta, 1999)。在营巢行为和幼虫发育上,两个相似种 *M. rotundata* 和 *M. apicalis* 也存在显著差异(Trostle and Torchio, 1994)。因此同一亚属中不同种

的营巢行为具有多样性。北方切叶蜂巢房在土中呈放射状,非直线型。而双斑切叶蜂和苜蓿切叶蜂等筑直线型巢房。北方切叶蜂和 *M. subalbata* 用泥封闭巢口,双斑切叶蜂和苜蓿切叶蜂用叶片封闭巢口。用泥或叶封闭巢口在切叶蜂科其它属中也常常出现,如壁蜂属的凹唇壁蜂 *Osmia excavata* 用泥封口,紫壁蜂 *O. jacoti* 用叶封口(徐环李等,1994);火红拟孔蜂 *Hoplitis pyrrhosoma* 用泥和叶混合起来封口(刘强和张丽香,2002);而海切叶蜂 *M. maritima* 甚至不封巢口(蒙艳华和徐环李,2007)。利用切叶蜂筑巢特性理解它们的进化关系具有非常重要意义。

双斑切叶蜂和苜蓿切叶蜂在每个巢室里利用的叶片数相似(约14片叶)。在同一地区,双斑切叶蜂和海切叶蜂在筑巢行为上表现明显差异。海切叶蜂在沙地浅表层筑巢,每巢一个巢室,巢口不封口。海切叶蜂构建一个巢室需要切取26~29片叶子,为每巢室采集蜂粮11~12次(蒙艳华和徐环李,2007)。而双斑切叶蜂喜欢在土墙上筑巢,每巢多个巢室构建一个巢室需要切取11~14片叶子,为每巢室采集蜂粮6~9次。另外它们在切叶时间,采集粉蜜时间和巢中停留时间都有差异。这些差异体现为海切叶蜂和双斑切叶蜂存在个体大小明显差异。同时,海切叶蜂属于黄足切叶蜂亚属 *Xanthosaurus*,而双斑切叶蜂属于隐脊切叶蜂亚属 *Eutricharaea*,不同亚属的切叶蜂在筑巢行为上的差异可以作为行为上的一个分类指标。

在当地,双斑切叶蜂除了像别的切叶蜂一样利用蔷薇科的苹果、杏等的叶片和豆科的苜蓿、紫穗槐等的叶片做巢室,还利用在当地广泛分布的藜科(*Chenopodiaceae*)植物灰绿藜的叶片做巢室。这可能是由于灰绿藜的叶片质地柔软、易于卷起,其次可能是因为灰绿藜在当地广泛分布、易于寻找。

切叶蜂以其长口器的特征和特殊的采粉行为适合采集豆科植物的花(杨桂华等,2002;吴燕如,2006),但在鄂尔多斯毛乌素沙地,双斑切叶蜂的另外一种主要蜜源是唇形科的香青兰。这可能是由于香青兰在当地分布较广,且其花型较大,双斑切叶蜂可以钻进花管,倒转过身,使腹部对着雌雄蕊采集花粉,表现为一种主动性采花粉行为,而大型野生蜂进入花管中往往是花粉摩擦到胸部背面,再用足清扫至花粉篮。

在沙地,由于地面的沙地比较容易塌陷,为了保护双斑切叶蜂的种群,可以人工做一些比较矮的土墙,供各类昆虫栖息,从而双斑切叶蜂就可以利用别

的昆虫的废弃洞穴筑巢。另外,还可以保护路边较坚硬的地方供双斑切叶蜂筑巢。

致谢 中国科学院植物研究所草地沙地生态定位站管理员姜斌及该所研究生高树琴在本文研究过程中和生活上给予了很大的帮助,在此一并致谢。

参考文献 (References)

- Cane JH, 1991. Soils of ground-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea): Texture, moisture, cell depth and climate. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 64(4): 406–413.
- Chen J, Cheng HZ, 1995. Breeding *Megachile rotundata* (F.) using the bamboo tubes. *Entomological Knowledge*, 32(6): 361–363. [陈君, 程惠珍, 1995. 采用竹管蜂巢繁育苜蓿切叶蜂. 昆虫知识, 32(6): 361–363]
- Eickworth GC, Mathews RW, Carpenter JM, 1981. Observation on the nesting behavior of *Megachile rubi* and *M. texana* with a discussion of the significance of soil nesting in the evolution of megachilid bees (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 54: 557–570.
- Gathmann A, Tschamtkte T, 2002. Foraging range of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 71: 757–764.
- Krombein KV, 1969. Life history notes on some Egyptian solitary wasps and bees and their associates (Hymenoptera, Aculeata). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 19: 1–18.
- Liu Q, Zhang LX, 2002. A study of nesting habits and behavior of *Hoplitis pyrrhosoma*. *Chinese Journal of Zoology*, 37(6): 8–12. [刘强, 张丽香, 2002. 火红拟孔蜂的筑巢习性和行为. 动物学杂志, 37(6): 8–12]
- Maeta Y, 1999. Studies on the biology of *Megachile* (*Eutricharaea*) *subalbata* Yasumatsu (Hymenoptera: Megachilidae). *Japanese Journal of Entomology* (N. S.), 2(3): 127–147.
- Malyshev SI, 1935. The nesting habits of solitary bees. A comparative study. *Eos*, 11: 201–309.
- Meng YH, Xu HL, Chen X, Cai QN, 2007. Pollination efficiency of the main bee pollinators of *Hedysarum laeve*, a legume in Mu Us Sandland, Inner Mongolia. *Biodiversity Science*, 15(6): 633–638. [蒙艳华, 徐环李, 陈轩, 蔡青年, 2007. 塔落岩黄芪主要传粉蜂的传粉效率研究. 生物多样性, 15(6): 633–638]
- Meng YH, Xu HL, 2007. Nesting and foraging behavior of *Megachile maritima* (Hymenoptera: Megachilidae). *Acta Entomologica Sinica*, 50(12): 1 247–1 254. [蒙艳华, 徐环李, 2007. 海切叶蜂的筑巢和访花行为. 昆虫学报, 50(12): 1 247–1 254]
- Romasenko LP, Banaszak J, 2002. Note on the specific status of *Chalicodoma saussurei* (Radoszkowski, 1874) (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). *Genus*, 13(3): 397–404.
- Trostle G, Torchio PF, 1994. Comparative nesting behavior and immature development of *Megachile rotundata* (Fabricius) and *Megachile apicalis* Spinola (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 67: 53–72.
- Wu YR, 2006. Fauna Sinica. Insecta, Vol. 44, Hymenoptera:

Megachilidae. Science Press, Beijing. 6 – 19.[吴燕如, 2006. 中国动物志(昆虫纲, 第四十四卷, 膜翅目, 切叶蜂科). 北京: 科学出版社. 6 – 19]

Xu HL, Wu YR, 1993. Species and their pollinating behavior of bee-pollinators of main legumes forage in Inner Mongolia. *Pratacultural Science*, 10(6): 33 – 36.[徐环李, 吴燕如, 1993. 内蒙古主要豆科牧草传粉蜜蜂种类及其传粉行为. 草业科学, 10(6): 33 – 36]

Xu HL, Zhou WR, Wei SG, Wang T, Wu YR, 1994. Biological study on pollinators of fruit trees-*Osmia jacoti*, *Osmia excavata*. *Journal of Fruit Science*, 11(3): 153 – 156.[徐环李, 周伟儒, 魏枢阁, 王涛, 吴燕如, 1994. 果树授粉昆虫——紫壁蜂、凹唇壁蜂生物学研究. 果树科学, 11(3): 153 – 156]

Yang GH, Li JP, Li MH, Bi LC, Qu WL, 2002. Preliminary study of *Megachile manchuriana* Yasumatsu. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 27(Suppl.): 14 – 16.[杨桂华, 李建平, 李茂海, 毕良臣, 曲文莉, 2002. 北方切叶蜂的研究初报. 吉林农业科学, 27(增刊): 14 – 16]

Zhang XS, 1994. Principles and optimal models for development of Maowusu sandy grassland. *Acta Phytocologica Sinica*, 18(1): 1 – 16.[张新时, 1994. 毛乌素沙地的生态背景及其草地建设的原则与优化模式. 植物生态学报, 18(1): 1 – 16]

(责任编辑: 袁德成)

蒙艳华等：双斑切叶蜂的筑巢过程

图版 I

MENG Yan-Hua *et al.*: Nesting behavior of *Megachile leachella* (Hymenoptera: Megachilidae)

Plate I



A: 在废弃的泥墙中筑巢 Nesting in the abandoned soil walls; B, C: 泥墙上的巢穴 Nest entrances in the walls; D, E: 巢室材料 Nesting materials, 紫穗槐 *Amorpha fruticosa* (D), 灰绿藜 *Chenopodium glaucum* (E); F: 雌蜂停在地上将腹下叶片握紧 Female bee carrying leaf process and resting in the sandland; G, H: 携叶 (G)或携粉(H)进巢 Entering into a nest with leaf (G) or pollen (H); I: 用叶片封住巢口 Nest entrance covered with leaves; J: 在废弃的蚂蚁洞筑巢 Nesting in an abandoned ant hole; K, L: 各巢洞中已完成的巢室 Finished nest cells in holes.